GROUNDWATER CONTROL – A DISTRESS PURCHASE THAT IS WORTH GETTING RIGHT

Dr Martin Preene, Preene Groundwater Consulting, discusses the importance of groundwater control and dewatering for underground works, and gives guidance on good practice.

Groundwater control – a geotechnical distress purchase

It is simple fact that encountering groundwater in an excavation will make life harder for all concerned.

When groundwater problems are anticipated in water-bearing permeable soils and rocks (or indeed when groundwater problems are encountered unexpectedly) geotechnical designers have to deal with the risk of inundation due to groundwater inflows, and potential instability of excavation sides and bases caused by high pore water pressures. Contractors have to deal with potentially wet working conditions, spoil that is less easy to handle and re-use, and other factors that can affect the safety and reduce the efficiency of below-ground works. Other things being equal, most designers and contractors would prefer a ‘dry’ job to a ‘wet’ one.

When an excavation is faced with the challenges of groundwater inflows or groundwater pressures there are a range of groundwater control techniques that can be deployed. One of the principal types of groundwater control is the use of construction dewatering methods (also known as pumped groundwater control), where water is pumped from arrays of wells or sumps in order to lower groundwater levels to below the base of the excavation.

Available construction dewatering techniques are described by Preene *et al* (2016). Table 1 summarises the principal techniques.

However, there is sometimes a perception that construction dewatering is a distress purchase – in others words “a good or service purchased only because there are no alternatives, or the alternatives are all far inferior, rather than having any desire to actually purchase this good or service”. Also, if it cannot be avoided altogether, there is a temptation to focus purely on minimising the cost of dewatering.

It is interesting to consider why pumped groundwater control methods might be sometimes viewed in this way, and why designers may on occasion not give dewatering the consideration it deserves. Some characteristics of pumped groundwater control systems include:

They are unusual in that there is no physical end product (while there is when deploying a groundwater cut-off method, eg a sheet-pile wall or a block of grouted soil). The actual outcome of lowering groundwater levels is to change the behaviour of soils (turning wet, unstable, material into dry workable ground) on a temporary basis. When pumping is stopped, as water levels recover, the soil will return to its former state.

Construction dewatering systems are almost always part of the temporary works (permanent works applications are not unknown, but are very rare, for example the Stratford station on the HS1 railway line in east London, Whitaker, 2004) because of this temporary almost ephemeral effect. Such temporary works may not be fully considered at design stage, and be left ‘to be sorted out on site’.

Under the framework of BS EN 1997-1:2004 (Eurocode 7) there is no document covering groundwater control by pumping under the suite of British Standards documents that provide guidance on the execution of special geotechnical works This contrasts with the likes of grouting, jet grouting and concrete diaphragm walls etc where such execution codes exist (BS EN 12715:2010, BS EN 12716:2001, BS EN 1538:2010). This lack of formal standards may devalue groundwater control for some people.

# Good practice in groundwater control

The best approaches to the design and implementation of groundwater control systems use a ‘conceptual model’ to shape the way a groundwater control system is developed.

A conceptual model is a way of summarising, ideally in simple terms that can be understood by non- technical specialists, the nature of the groundwater problem, the proposed technological solution, any significant practical or physical constraints, and the key risks or uncertainties (which are often, but not always, associated with the ground conditions and the quality and quantity of site investigation information available).

A conceptual model should attempt to summarise:

-The principal objectives of the dewatering system. For example, is the priority to prevent flooding of the excavation from high permeability water-bearing strata, or is the objective to lower pore water pressures to ensure slope stability or avoid base heave in soils of low to moderate permeability?

-A conceptualisation of the ground conditions, specifically relevant to groundwater control. This might include the principal permeable layers (sometimes termed aquifers), any significant low permeability layers (aquitards), groundwater levels and piezometri pressures, and any significant aquifer boundaries (such as bodies of surface water in hydraulic connection with the aquifer, which might act as close sources of recharge).

- Any identified shortcomings or inconsistencies in the ground investigation information (ie in the quantity, quality and relevance of the information). The impact on dewatering design of uncertainties in the ground investigation should be considered, and if necessary the design modified, or further monitoring and investigation carried out.

# The importance of getting groundwater control right

Despite these factors, there are compelling reasons to make sure that groundwater control is adequately planned and executed.

Groundwater control is one of the first geotechnical processes on site, and enables many subsequent excavation and foundation activities. These in turn enable the wider construction project, for example the superstructure and fit-out of a building. If construction dewatering is not carried out effectively and in a timely manner, there is a real risk that subsequent work phases will not be able to start on programme, and that knock-on delays may affect the rest of the project.

A study by Roberts and Deed (1994) showed that the direct cost of construction dewatering systems is very small (typically less than one per cent of total costs for large projects). If there are project delays as a result of inadequate or ineffective dewatering, the delay costs will dwarf the costs of doing it right in the first place. There have been examples where, in construction disputes arising from the alleged poor performance of construction dewatering systems, delay costs of more than £10m have been claimed on sites where the direct cost of effective groundwater control would have been significantly less than £100 000 (assuming the dewatering was done to high standards).

ДРЕНАЖНАЯ СИСТЕМА – ПОКУПКА, КОТОРУЮ СТОИТ СОВЕРШИТЬ ВЕРНО

Консультант по грунтовым водам Доктор Мартин Прени обсуждает важность контроля подземных вод и их отвод при проведении подземных работ, а также дает рекомендации по эксплуатации.

Очевидно, что подземные воды при раскопках усложнят жизнь всех заинтересованных сторон.

Когда проблемы с грунтовыми водами ожидаемы в водовмещаемых грунтах и горных породах (или когда проблемы грунтовых вод встречаются неожиданно) строители-геотехники могут иметь дело с риском затопления из-за притока подземных вод и потенциальной нестабильностью, при раскопке, сторон и основания, вызванная высокой давление поровой воды. Подрядчикам приходится иметь дело с потенциально мокрыми условиями работы, в которых сложно удержать или сменить инструмент , а также с другими факторами, которые могут повлиять на безопасность и снизить эффективность подземных работ. При прочих равных условиях большинство строителей и подрядчиков предпочли бы «сухую» работу «мокрой».

Когда при раскопках сталкиваются с проблемами притока подземных вод или давлением грунтовых вод, существует ряд методов управления подземными водами, которые могут быть дислоцированы. Одним из основных видов контроля грунтовых вод является использование методов водопонижения в строительстве (также известный как метод перекачивания грунтовых вод), где вода закачивается из скважин или отстойников, для снижения уровня грунтовых вод ниже основания раскопок. Доступные методы водопонижения описаны Прени и др. (2016). В таблице 1 приведены основные методы.

Тем не менее, иногда возникает ощущение, что водоотведение в строительстве - это проблема бедствия - в других словах: «товар или услуга, купленная только потому, что нет альтернатив, или альтернативы хуже так что пропадает какое-либо желание фактически приобрести этот товар или оказание услуг". Кроме того, если водоотведения вообще нельзя избежать, возникает желание сосредоточиться исключительно на минимизации его стоимости .

Интересно задуматься, почему методы контроля подземных вод иногда можно рассматривать таким образом, и почему строители могут иногда не проектировать водоотведение, которое кажется нужным. Некоторые характеристики насосных систем управления подземными водами включают:

Они необычны в том, что нет физического конечного продукта (при использовании метода отсечки грунтовых вод, например, шпунтовая стенка или зацементированный блок). Фактический результат снижения уровня грунтовых вод зависит от изменении поведения почвы (превращение влажного, неустойчивого, материала в сухую рабочую землю) на временной основе. Когда откачка прекращается, по мере восстановления уровня воды, почва вернется в прежнее состояние.

Строительные дренажные системы почти всегда являются частью временных работ (постоянные работы не известны, но очень редки, например, станция Стратфорд на железнодорожной линии HS1 в восточном Лондоне, Уитакер, 2004) из-за этого почти эфемерного эффекта. Такие временные работы могут быть не полностью рассмотрены на этапе проектирования и оставлены «для рассмотрения на месте».

В рамках стандарта BS EN1997-1: 2004 (Европейский кодекс 7) отсутствует документ, регулирующий контроль подземных вод путем перекачки по набору документов Британских стандартов, которые обеспечивают руководство по выполнению специальных геотехнических работ. Это контрастирует с такими методами, как заливание раствором, и бетонирование стен и т. д., где существуют такие коды исполнения (BS EN 12715: 2010, BS EN 12716: 2001, BS EN 1538: 2010). Отсутствие формальных стандартов может привести к девальвации контроля грунтовых вод для некоторых людей.

Удачный опыт в управлении подземными водами

Лучшие подходы к проектированию и внедрению систем контроля грунтовых вод используют «концептуальную модель» для формирования способа разработки системы контроля грунтовых вод.

Концептуальная модель - это способ обобщения, в идеале в простых терминах, которые понятны нетехническим специалистам, характер проблемы грунтовых вод, предлагаемое технологическое решение, любые существенные практические или физические ограничения, а также ключевые риски или неопределенности (которые часто, но не всегда, связаны с наземными условиями, качеством и количеством информации о расследовании местности).

 Концептуальная модель должна содержать:

- Основные цели системы отвода воды. Например, является ли приоритетным предотвращение затопления раскапываемой местности из водопроницаемых пластов с высокой проницаемостью или целтью является снижение давления воды в породе, для обеспечения стабильности уклона или избежать подъёма почвы с низкой и умеренной проницаемостью?

- Концептуализация наземных условий, особенно относящихся к управлению подземными водами. Сюда могут входить основные проницаемые слои (иногда называемые водоносным слоем), любые значительные слои с низкой проницаемостью (слабопроницаемые), уровни подземных вод и пьезометрические давления и любые значительные границы водоносных слоев (например, поверхностные воды в гидравлическом соединении с водоносным слоем, которые могут действовать как тесные источники перезарядки).

- Любые выявленные недостатки или несоответствия в основной информации о расследовании (т.е. о количестве, качестве и актуальности информации). Следует рассмотреть вопрос о влиянии на проектирование неопределенностей при проведении отвода воды в наземном исследовании и, при необходимости, внести изменения в проект или провести дальнейший и провести расследование.

 Важность правильного контроля грунтовых вод

Несмотря на эти факторы, есть веские причины, чтобы обеспечить надлежащее планирование и выполнение контроля грунтовых вод.

Контроль грунтовых вод является одним из первых геотехнических мероприятий на местности и позволяет проводить много последующих действий. Это, в свою очередь, позволяет реализовать более широкий проект строительства, например надстройку и отделку здания. Если отвод воды не осуществляется эффективно и своевременно, то существует реальная опасность того, что последующие этапы работы не смогут начаться по программе, и задержки могут повлиять на остальную часть проекта.

Исследование, проведенное Робертом и Дидом (1994), показало, что прямые затраты на строительные системы водоотведения очень малы (как правило, менее одного процента от общих затрат для крупных проектов). Если есть задержки проекта в результате неполноценного или неэффективного водоотведения, затраты будут больше. Были примеры, когда в спорах о строительстве, вызванных предполагаемыми плохими показателями систем водоотведения строительных конструкций, задержка расходов на сумму более 10 млн. фунтов стерлингов была заявлена ​​на участках, где прямая стоимость эффективного контроля грунтовых вод была бы значительно меньше, чем 100 000 фунтов стерлингов ( предполагая, что водоотведение было выполнено по высоким стандартам).